

泵报告：

1	XXXXXXX	011	0	1000	<20h><60h><727920>
方向	从机ID	帧类型	RTR	DLC	
1	XXXXXXX	110	0	0110	<20h>Rev<20h>A
方向	从机ID	帧类型	RTR	DLC	数据字节

注：对于多帧回复，起始帧为类型3，中间帧为类型4，最后一帧是6型。

注：在本例中，返回的数据已实际为准。

4.3 使用SY-03B指令集合

4.3.1 指令执行指南

为了正确使用这些指令，请记住以下内容：

除了报告指令和大多数控制指令外，所有指令都必须跟随[R]指令。

单个或多个指令字符串可以发送到泵。

例如：

单个的指令，如[A6000R]移动活塞至位置6000。

多指令字符串，如[IA6000OA0R]移动阀门至输入位置，移动活塞至位置6000，转动阀门至输出位置，最后使活塞回到位置0。

泵的指令缓冲区最多保存255个字符。如果一个指令被发送没有[R][执行]指令，它被放置到缓冲区未被执行。如果在第一个之前发送第二个指令执行指令，第二指令会覆盖第一个指令（即，第一个指令字符串被删除）。

一旦执行一个指令，新的指令将不被接受，直到序列完成。此规则的例外情况包括中断（见 本章 “T 终止命令”）和报告命令。

当一个指令被发送，泵立即回答。如果一个无效的指令或者指令中含有无效参数，已在指令字符串中发送，泵会立即报告错误。在[Q]（查询）指令的情况下，将错误读取回主计算机。

在发出移动指令时，始终通过进样器和阀门运行液体。否则可能损坏阀门和进样器密封。

泵运行时保持手指远离进样器槽。如果没这么做的话，可能导致受伤。

4.3.2 泵配置指令

SY-03B泵在工厂预先配置成默认设置。但是固件允许用户设置泵以满足他的具体要求。用户可用的配置选项包括分辨率，间隙和波特率和进样器的堵转电流。

N<n> 设置微步模式 Off/On

[N]指令启用或禁用细分（精确定位）。

这个指令的语法是：

[N<n>]

这里<n>= 0或1 (0是默认值)

<n>值	描述
0	正常模式：所有位置设置和报告为半步；所有的速度设置为半步/秒和所有斜率为半步/秒 ² 。
1	精细定位模式：所有位置设置和报告为细分步；所有的速度设置为半步/秒和所有斜率为半步/秒 ² 。 最大截止频率限制为750半步/秒，最大动态设置速度限制在750半步/秒。
2	细分模式：所有位置设置和报告为细分步；所有的速度设置为细分/秒和所有斜率为细分步/秒 ² 。

K<n> 回吸步数

[K]指令设置回吸步数的数量。

这个指令的语法是：

[K<n>]

其中<n>=0…800 在正常模式下，

和<n>=0…6400 在精细定位模式下。

当进样器驱动电机反转方向时，托架不会移动直到由于机械内的系统发挥修正而进行回吸。为了提供这种修正，在吸液过程中，活塞向上移动额外的增量这样可以确保活塞处于正确位置以开始分配移动。

> 设置用户数据指令

[>] 指令将一个字节的用户数据加载到非易失性存储器中：

[> <n1>,<n2>]其中：

<n1> 是0…15 (在非易失性存储器中)。

<n2>是0…255个字符串(加载到非易失性存储器中的数据)。

U<n> 将泵配置写入非易失性存储器

[U] 指令用于将配置信息写入非易失性内存。泵在制造过程中进行配置，但可以在任何时间重新配置，用以下[U]指令：

<n>值	描述
30	设置非易失性内存自动模式
31	清除非易失性内存自动模式
41	设置 RS-232/RS-485 波特率为 9600
47	设置 RS-232/RS-485 波特率为 38400
51	设置 CAN 总线波特率为 100K
52	设置 CAN 总线波特率为 250K
53	设置 CAN 总线波特率为 500K
54	设置 CAN 总线波特率为 1M
57	设置 CAN 总线波特率为 125K
U200	设置注射泵堵转电流(1-31)

表4-3-2 编写泵配置指令值

注：[U]指令在泵的下一个启动时生效。

4.4 设定初值

4.4.1 初始化

初始化将活塞移动到顶部，然后后退用户指定的增量（见k指令），并将其设置为位置0。此外，阀门的输入和输出位置取决于初始化指令。所有其他指令参数都重置为默认值。

当活塞向上运动导致过载情况时，进样器的顶部可识别到。

活塞压在进样器顶部的力可以通过初始化指令后的参数控制（可能值为0，1和2）。

表4-4-1列出每个类型的进样器推荐初始力。

注意！若要在较小的进样器上保持密封的完整性，请在比较大的进样器上使用低的初始化力度。默认初始化速度为1400Hz。

进样器	力
1.0ml 和更大	满
250, 500μl	一半
50, 100μl	三分一

表 4-4-1 建议进样器的初始化力

k<n> 复位后偏移步数

k指令设置活塞驱动器从行程顶部偏移的增量数。这是为了最小化死体积。

这个指令的语法是：

[k<n>]

其中：

n = 行程顶部的偏移量

n = 0…800 在正常模式下，

n = 0…6400 在精细定位和细分模式。

在默认的初始化下，活塞向上移动，直到它接触的顶部进样器，造成强制停止。然后活塞向下移动，给活塞顶部与进样器留一点间隙。这个小间隙的设计使密封圈在进样器每次回到“0点位置”时，不会撞到活塞顶部位置。这最大限度地提高了进样器密封的寿命。

[k]指令必须遵循的初始化指令[Z]，[Y]或[W]。每次关机时，“k”值将返回默认值。

例如，从行程顶部偏移10个增量，发送如下指令：

- k10R
- ZR

4.4.2 初始化指令

Z<n1,n2,n3> 初始化活塞和阀驱动（顺时针）

[Z]指令顺时针初始化活塞驱动和阀门。阀门端口编号为1…x，以顺时针方向从进样器端口到第一端口。默认初始化速度为每秒1400个脉冲。（SY-03B中，初始化抽的过程都是在输入端，排的过程都在输出端）

n1 = 设置初始化活塞力度/速度

n2 = 设置初始化输入端口

n3 = 设置初始化输出端口

参数如下

Z 参数	值	描述
<n1>	0	初始化活塞满力度和默认初始化速度(默认)
	1	初始化活塞半力度和默认初始化速度
	2	初始化活塞三分之一力度和默认初始化速度
	10…40	初始化满力度和在<n1>速度下，查看速度代码指令<S>
<n2>	0	设置初始化输入端口到端口 1（默认）
	1…X	设置分配阀的初始化输入端口，其中 X 是阀的端口编号
<n3>	0	设置初始化输出端口到端口 X（默认），其中 X 是 X 是阀的端口编号
	1…X	设置分配阀的初始化输出端口，其中 X 是阀的端口编号

Y<n1,n2,n3>初始化柱塞和阀驱动（逆时针）

[Y]指令，初始化活塞驱动和阀门逆时针方向。阀门端口在逆时针方向上从进样器端口后的第一个端口开始编号1…X。默认的初始化速度为每秒1400个脉冲。

n1 = 设置初始化活塞力度/速度

n2 = 设置初始化输入端口

n3 = 设置初始化输出端口

参数如下

Y 参数	值	描述
<n1>	0	初始化活塞满力度和默认初始化速度(默认)
	1	初始化活塞半力度和默认初始化速度
	2	初始化活塞三分之一力度和默认初始化速度
	10…40	初始化满力度和在<n1>速度下，查看速度代码指令<S>
<n2>	0	设置初始化输入端口到端口 1（默认）
	1…X	设置分配阀的初始化输入端口，其中 X 是阀的端口编号
<n3>	0	设置初始化输出端口到端口 X（默认），其中 X 是 X 是阀的端口编号
	1…X	设置分配阀的初始化输出端口，其中 X 是阀的端口编号

W<n1> 初始化活塞驱动

[W]指令初始化活塞驱动（常用无阀泵）。因为阀门没有初始化，只有活塞力度和/速度可以设置，默认初始化速度为每秒1400个脉冲。

n1 = 设置初始化活塞力度/速度

参数如下

W 参数	值	描述
<n1>	0	初始化活塞满力度和默认初始化速度(默认)
	1	初始化活塞半力度和默认初始化速度
	2	初始化活塞三分之一力度和默认初始化速度
	10~40	初始化满力度和在<n1>速度下, 查看速度代码指令<S>

w<n1,n2> 初始化阀驱动

[w]指令只能初始化阀驱动, 因为活塞是不能被初始化的, 只有初始化端口可以被设置。

n1 = 设置端口

n2 = 设置阀门归位和端口编号方向

参数表如下,

w 参数	值	描述
<n1>	1~X	设置初始化端口, 其中 X 是阀的端口编号
<n2>	0	阀体在顺时针方向, 按顺时针方向编号的阀口
	1	阀体在逆时针方向, 按逆时针方向编号的阀口

z 模拟活塞初始化

[z]指令模拟活塞初始化, 但是没有机械初始化发生。

此指令可用于设备意外断电后, 重新控制泵。从断电情况恢复后使用[z]指令, 可将当前位置设置为0 (Home) 位置。使用[z]指令后可以继续控制泵运行, 但为了保护装置, 建议使用初始化指令Z<N1,N2,N3>或Y<N1,N2,N3>来重新设置真实的0 (Home) 位置。

4.5 运行指令

4.5.1 阀指令

阀门指令将输入和输出通道定位到指定的端口。阀门指令导致不同的行动取决于你是否使用非分配阀或分配阀。

对于非分配阀, 任意组合两个阀口, 包括或不包括进样器端口, 都可以使用。对于分配阀, 进样器端口是一个公共端口, 始终作为两个阀门端口之一使用。

初始化指令 (Z, Y或w) 决定

阀门在初始化过程中的方向 (顺时针方向或逆时针方向)

端口编号的方向, 从进样器端口开始 (顺时针或逆时针)

初始化后, 阀门移动的方向是特定于阀门类型和指令

配非分配阀, I, O, B或E指令指定连接阀门端口的组合。阀门会按照最短路径移动。

例如, 如果3端口非分配阀在[Z]指令下已初始化, 端口将被顺时针编号, 如图顶部图所示 (顺时针)。

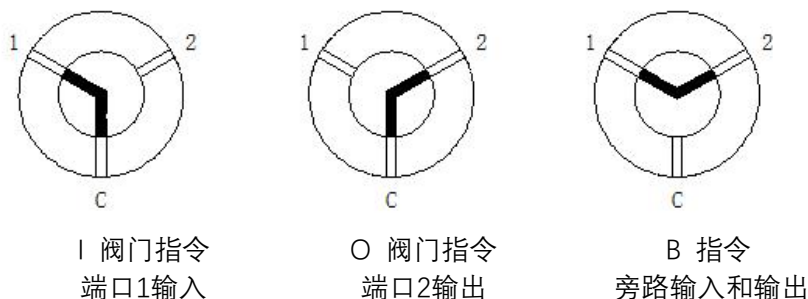
发出O指令将进样器端口与端口2对齐，如图所示。

3 端口非分配阀中的阀位置

3端口阀

以Z初始化指令为例

端口排序从进样器 (C) 端口顺时针排序



配分配阀，阀门的运动方向由阀门指令决定。它不一定遵循最短路径。

[I]指令以顺时针方向移动阀门。

[O]指令以逆时针方向移动阀门。

注意：在分配阀中用[I][O]指令是惯例，不适合输入和输出特性。

由于进样器端口始终是一个共同端口，在分配阀中，[B]（旁路）和[E]（额外）的指令是毫无意义的。然而，指令是可用的，与早期版本的固件提供后端兼容性。

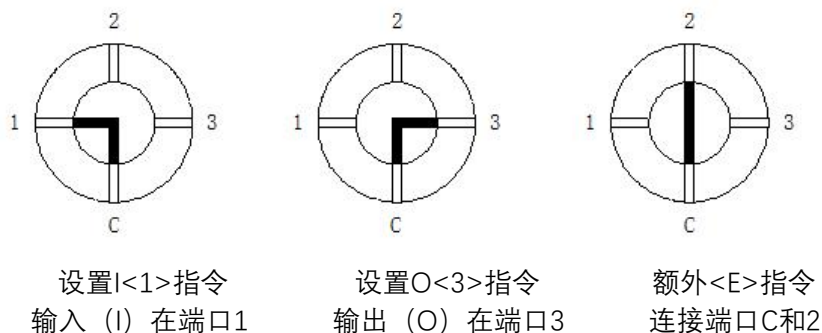
例如图，如果3端口分配阀已经被[Y]指令初始化，端口将被编号，如下图所示（逆时针）。发出[O<3>]指令将进样器端口对齐端口3，如图所示。

3 端口分配阀阀口位置示例

3端口分配阀

以Z初始化指令为例

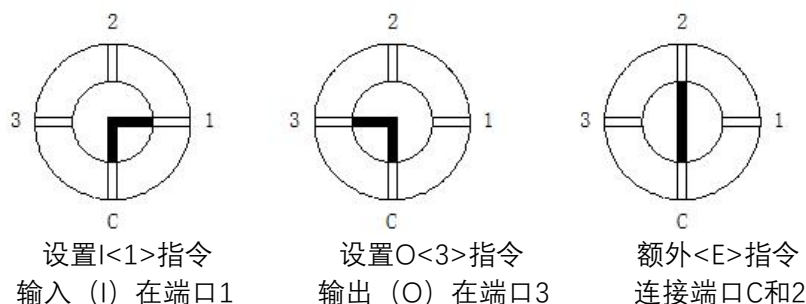
端口排序从进样器 (C) 端口顺时针排序



3端口分配阀

以Y初始化指令为例

端口排序从进样器 (C) 端口逆时针排序



以下是各种阀门指令的详细描述以及它们的作用。

I 将阀移到输入位置（非分配阀）

[I]指令移动阀门到初始化设置的输入端口，接着最短路径。

I<n> 顺时针方向移动阀门至端口N（分配阀）

[I<n>] 指令设置阀门为端口[n]，以顺时针方向移动，此指令与输入或输出特性无关。

O 将阀移到输出位置（非分配阀）

[O]指令将阀门移动到由初始化设置的输出端口，接着最短路径。

O<n> 逆时针方向移动阀门至端口n（分配阀）

[O<n>]指令设置阀门位置至端口[n]，以逆时针方向移动，此指令与输入或输出特性无关。

B 移动阀门至旁路（非分配阀）

[B]指令连接输入和输出位置，绕过进样器。阀的移动遵循最短路径。

E 移动阀门至额外的位置（4 端口非分配阀）

[E]指令连接4端口阀额外的位置，绕过进样器，阀的移动遵循最短路径。

注意：[B]和[E]指令在冲洗流体管路时是非常有用的。如果发出一个阀命令给无阀泵，指令被忽略。

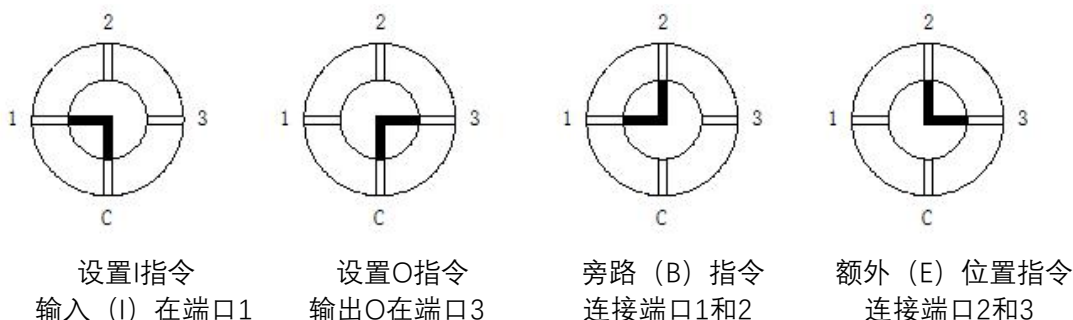
谨慎！当阀门处于旁通位置时，进样器活塞不会移动。发送活塞运动指令导致错误11（活塞移动不被允许）。

4 端口非分配阀的阀门位置

4端口阀

以Z初始化指令为例

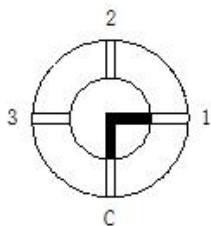
端口从进样器（C）端口顺时针排序



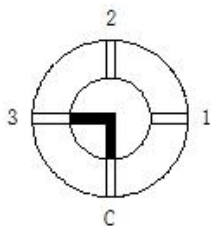
4端口阀

以Y初始化指令为例

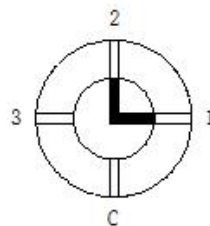
端口从进样器 (C) 端口逆时针排序



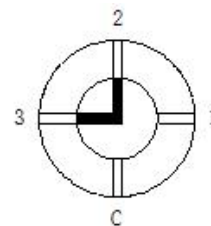
设置I指令
输入 (I) 在端口1



设置O指令
输出O在端口3



旁路 (B) 指令
连接端口1和2



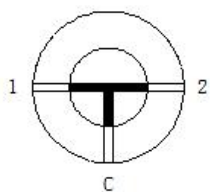
额外 (E) 指令
连接端口2和3

T型分配阀的阀门位置

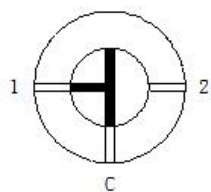
T型阀

以Z初始化指令为例

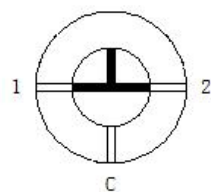
端口从进样器 (C) 端口顺时针排序



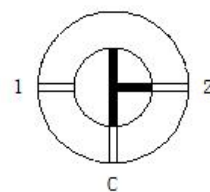
设置I指令
输入 (I) 在端口1和2



旁路 (B) 指令
连接1号孔



额外 (E) 指令
连接端口1和2

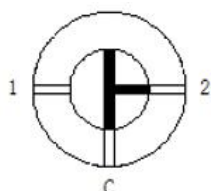


设置O指令
输出(O)在端口2

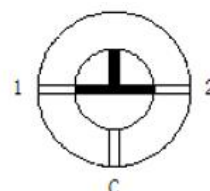
T型阀

以Y初始化指令为例

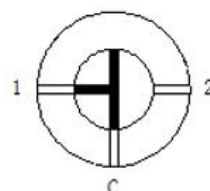
端口从进样器 (C) 端口逆时针排序



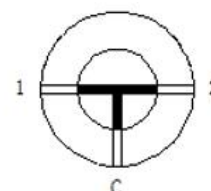
设置I指令
输入 (I) 在端口2



旁路 (B) 指令
连接端口1和2



额外 (E) 指令
连接1号孔



设置O指令
输出(O)在端口1和2



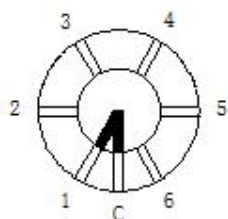
注意：针对 M02 T型阀头,该类型阀头在切换到I3时，禁止使用活塞移动命令 ([A]、[a]、[P]、[p]、[D]、[d]) 移动活塞！！

6端口分配阀的阀门位置

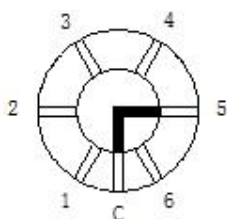
6端口阀

以Z初始化指令为例

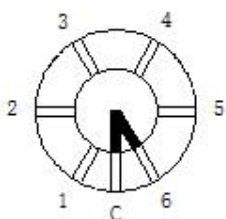
端口从进样器 (C) 端口顺时针排序



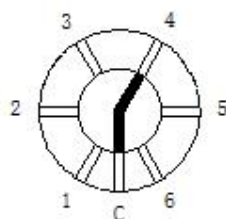
I<1>指令
1端口输入(默认)



I<5>指令
5端口输入



O<6>指令
6端口输出(默认)

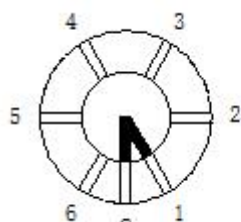


O<4>指令
4端口输出

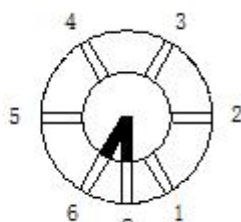
6端口阀

以Y初始化指令为例

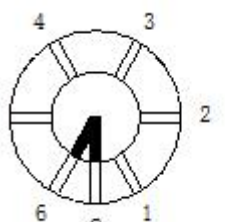
端口从进样器 (C) 端口逆时针排序



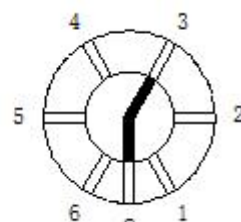
I<1>指令
1端口输入(默认)



I<6>指令
6端口输入



O<6>指令
6端口输出(默认)



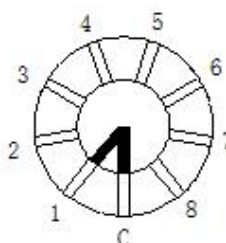
O<3>指令
3端口输出

8端口分配阀的阀门位置

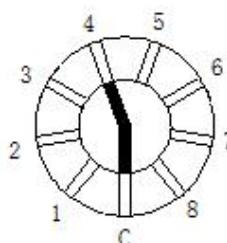
8端口阀

以Z初始化指令为例

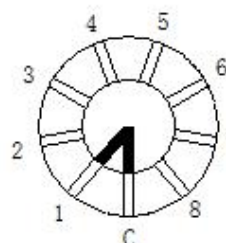
端口从进样器 (C) 端口顺时针排序



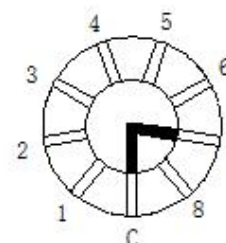
I<1>指令
1端口输入(默认)



I<4>指令
4端口输入



O<1>指令
1端口输出(默认)

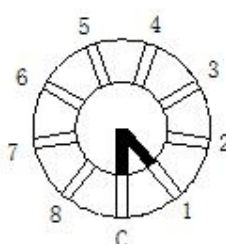


O<7>指令
7端口输出

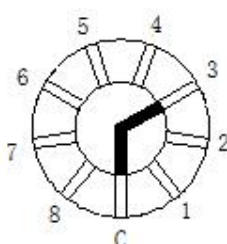
8端口阀

以Y初始化指令为例

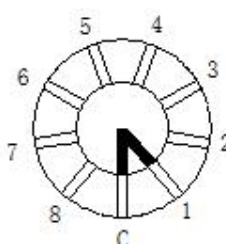
端口从进样器 (C) 端口逆时针排序



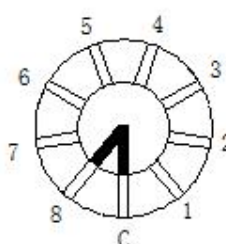
I<1>指令
1端口输入(默认)



I<3>指令
3端口输入



O<1>指令
1端口输出(默认)



O<8>指令
8端口输出

4.5.2 活塞动作指令

A<n> 绝对位置

[A]指令将活塞移动到绝对位置<n>。

其中

<n>=0…6000 在标准模式下；

0…48000 在精定位和细分模式下。

指令	<n>参数值	描述
A	0-6000	半步中的绝对位置(N=0)
	0-48000	细分步中的绝对位置(N=1)
	0-48000	细分步中的绝对位置(N=2)

例如：

-[A300] 移动进样器活塞至300位置。

-[A6000] 移动进样器活塞至6000位置。

a<n> 绝对位置（忙）

这个跟[A]指令一样，不同的是应答字符串中的状态位表示泵不忙。

P<n> 相对集合

[P]指令该指令将活塞按照要求的数量向下移动。新的绝对位置是先前的位置加<n>。

其中

<n>= 0…6000 在标准模式下

<n>= 0…48000 在精定位和细分模式下。

指令	<n>参数值	描述
P	0-6000	半步中的相对位置(N=0)
	0-48000	细分步中的相对位置(N=1)
	0-48000	细分步中的相对位置(N=2)

例如：

进样器活塞在位置0，[P300]指令表示活塞向下移动300个增量。[P600]将活塞向下移动另外的600增量到绝对位置900。

如果最终活塞的位置大于6000，[P]指令将返回错误3（无效操作）。

p<n> 相对组合（忙）

这个跟[P]指令一样，不同的是应答字符串中的状态位表示泵不忙。

D<n> 相对减除

[D]指令将活塞向上移动到要求的增量，新的绝对位置是先前的位置减去<n>。

其中

<n> = 0…6000 在标准模式下

<n> = 0…48000 在精定位和细分模式下。

指令	<n>参数值	描述
D	0-6000	半步中的相对位置(N=0)
	0-48000	细分步中的相对位置(N=1)
	0-48000	细分步中的相对位置(N=2)

例如：

进样器活塞在位置3000上，[D300]将活塞向上移动300个增量到2700的绝对位置。

如果最终活塞的位置小于0，[D]指令将返回错误3（无效操作）。

d<n> 相对减除（忙）

这个跟[D]指令一样，不同的是应答字符串中的状态位表示泵不忙。

4.5.3 设置指令（速度和加速度）

设置指令是用来控制活塞的速度。活塞的运动分为三个阶段。

加速。活塞以起始速度开始运动，随着设置的斜率加速至常速或最快速度。

常速或最快速度。活塞以常速或最快速度移动。活塞速度可编程为Hz(半增量/秒) 或者预先设定速度。活塞行程的实际时间取决于加速和减速。如果活塞移动不足，它可能达不到最快速度。

减速。活塞将根据程序斜率减速。如果用来加强流体分离的效果，截止指令（[c]）可以用来定义在活塞停止前的结束速度。

注意：截止指令仅在分配运动中有效，在抽吸运动中将以开始速度结束[V]。

对于每个活塞的移动，固件计算出每个阶段活塞必须移动多少增量来确保移动的总增量。如果活塞的移动速度小于900Hz，泵将自动采用微步的模式减少震动。通过[V]指令则可以改变最快速度（在活塞运动时），如果最快速度小于或等于起始速度，那时速度变化不包括斜率改变。因此，不推荐大速度的变化（100Hz到1000Hz）。

注意：除非最快速度小于或等于启动或截止速度，否则请按顺序对泵进行编程：起始速度[v]，最快速度[V]，截止速度[c]。

运动中改变速度

进样器活塞在移动中可以进行速度的改变，这就是所谓的“运动中改变速度”。

速度可以在1到6000Hz中间进行减少或者增加（即在精细定位模式）。

在运动中改变速度

1、发出速度指令具有相同的起始和最快速度(例如，[v100V100])，其次是活塞移动指令。斜率是不被允许在运动中改变的。

2、在活塞移动期间发出一个在5到750范围内（[V600]）新的最快速度来改变在运动中的速度。

注意：在动作完成后，速度值恢复到原来的值（即，在运动中的发送的值是临时的）。

L<n> 设置斜率

在动作的开始和结束期间，活塞速度分别上升和下降。使用“斜率”指令对斜率进行编程。计算<n>x2.5 脉冲/秒²。该指令的语法为：

[L<n>]

其中<n>=1…20(14是默认的)；

在正常或精细定位模式（N0,N1）下脉冲为半步，在细分模式（N2）下脉冲为细分步。

下面列出了以脉冲/秒²为单位的斜率。

斜率	脉冲/秒 ² (KHz)
1	2500
2	5000
3	7500
4	10000
5	12500
6	15000
7	17500
8	20000
9	22500
10	25000
11	27500
12	30000
13	32500
14	35000
15	37500
16	40000
17	42500
18	45000
19	47500
20	50000

v<n> 设置开始速度

[v]指令设置在活塞开始运动的开始速度，单位脉冲/秒。活塞将上升（斜率）到最快速度。开始速度始终小于最快速度。

指令	<n>参数值	默认值	描述
v	1-1000	900	以脉冲/秒设置开始速度

V<n> 设置最快速度

[V]指令设置设置最快速度，这个指令可以在指令字符串已被执行时发送。（见前面章节——改变运动中的速度。）

指令	<n>参数值	默认值	描述
V	1-6000	1400	以脉冲/秒设置最快速度

注意：根据不同规格的进样器，该值可以调整到12000，但是我们只能保证1-6000在我们提供的进样器上完美运行，对于想要设置超过V6000的速度，需要用户根据自己的实际情况和经验去适当调整

S<n> 设置速度

[S]指令预先设置一个最快活塞速度，单位为脉冲/秒。如<n>增加，活塞速度降低

指令	<n>参数值	默认值	描述
S	0-40	11	以脉冲/秒设置活塞速度

这些速度的设置不能全覆盖活塞行程的全部速度。他们是使客户方便的常用速度。所有时间均为近似值，并且会随不同的斜坡速度和截止值而变化。

[S]指令设置在无改变起始速度，斜率和终止速度下的最快速度，除下列条件：

如果起始速度高于（新）最快速度，起始速度=最快速度。

如果停止速度高于（新）最快速度，停止速度=最快速度。

下面列出了速度编码，Hz（脉冲/秒）当量和秒/行程，秒/行程是基于默认的斜率。

速度编码	值 脉冲/秒	秒/行程 (N=0,N=1)	秒/行程 (N=2)
0	6000	1.25	8.25
1	5600	1.30	8.80
2	5000	1.39	9.79
3	4400	1.52	11.1
4	3800	1.71	12.8
5	3200	1.97	15.1
6	2600	2.37	18.5
7	2200	2.77	21.9
8	2000	3.03	24.0
9	1800	3.36	26.7
10	1600	3.77	30.0
11	1400	4.30	34.3
12	1200	5.00	40.0
13	1000	6.00	48.0
14	800	7.50	60.0
15	600	10.00	80.0
16	400	15.00	120
17	200	30.00	240
18	190	31.58	253
19	180	33.33	267
20	170	35.29	282
21	160	37.50	300
22	150	40.00	320
23	140	42.86	343
24	130	46.15	369
25	120	50.00	400
26	110	54.55	436
27	100	60.00	480
28	90	66.67	533
29	80	75.00	600
30	70	85.71	686
31	60	100.00	800
32	50	120.00	960

33	40	150.00	1200
34	30	200.00	1600
35	20	300.00	2400
36	18	333.33	2667
37	16	375.00	3000
38	14	428.00	3429
39	12	500.00	4000
40	10	600.00	4800

注意：当N=0或N=1时，达到最大行程时间为100分钟，N=2为800分钟。此时不可用[S]速度代码，需使用[V1]指令来进行编程。

c<n> 中断速度

[c]指令以脉冲/秒为单位设置柱塞结束移动的速度。柱塞将从峰值速度下降（斜率速度）。[c]指令将覆盖[c]指令。

指令	<n>参数值	默认值	描述
c	1-5400	900	设置中断速度半步/秒(N=0,N=1)
	1-1500	900	设置中断速度细分步/秒(N=2)

注意：[c]仅在分配移动中有效，在抽吸过程中[c]=[v]

4.5.4 设置指令的相互作用

起始速度[v]，最快速度[V]和截止速度[c]根据以下规则相互作用：

$$[v] \leq [c] \leq [V]$$

1、起始速度始终小于或等于最快速度。如果截止速度小于起始速度，改变起始速度将改变截止速度。如果起始速度[v]大于最快速度，起始速度将被设置等于最快速度

2、最快速度始终大于或等于起始速度和截止速度。如果不正确，更改最快速度将修改截止速度和启动速度，但不会修改存储的起始速度。例如750，100和1200的值将导致泵仅以100的最高速运行。

3、截止速度[c]始终小于或等于最快速度[V]且大于或等于起始速度[v]。改变截止速度不会改变起始速度和最快速度。然而如果截止速度大于最快速度，它将被忽略，截止速度将被设置为等于最快速度。如果截止速度小于起始速度，它将被忽略，截止速度将被设置为等于起始速度。

4.5.5 控制指令

R 执行指令或程序字符串

[R]指令告诉泵执行一个新的或加载以前的但不执行的指令字符串。此指令也将导致恢复暂停（“H”）或终止（“T”）指令串。

包含在字符串结尾[R]的指令将立即执行。如果指令或程序字符串被发送不包含[R]，它将被放置在指令缓冲区。

单独发送[R]将在缓冲区执行的最后未执行的指令。发送另一个[R]不会重复程序字符串（即该字符串已执行）。

X 执行最后的指令或程序字符串

[X]指令重复上次执行的指令或程序字符串。

G<n> 重复指令序列

此指令重复指定数目的指令或程序字符串。如果一个GR或G0R发送，序列是重复直到终止指令[T]发出。G指令可以用来嵌套多达10个循环，并可重复达48000次。

这个指令的语法是：

[G<n>]

其中<n>=0…48000

例如，[A3000A0G10R]将进样器移动到位置3000后回到位置0，此序列重复10次。

g 标记重复序列的开始

[g]指令与[G]指令结合使用。[g]指令标记在程序字符串内发生的重复序列（循环）的开始（即不重复整个字符串）。[g]和[G]指令都可以嵌套最多10个循环。

表4-5-5，示例程序的字符串，显示各个环节指令字符串[A0gP50gP100D100G10G5R]。

指令分割	描述
A0	移动活塞至位置 0
g	外环开始
P50	向下移动活塞 50 增量
g	内环开始
P100	向下移动活塞 100 增量
D100	向上移动活塞 100 增量
G10	内环重复 10 次
G5	外环重复 5 次
R	执行字符串

表4-5-5 程序字符串示例

M<n> 延迟执行指令

[M] 指令以毫秒为单位将指令的执行延时到最接近5的倍数，此指令通常用于留出时间让进样器和管路中的液体停止震荡，从而提高精度。

这个指令的语法是：

[M<n>]

其中<n>=0…30000 毫秒（5是默认的）

H<n> 暂停指令执行

[H] 指令在程序字符串中使用以停止执行字符串，恢复执行必须发送[R]指令或者TTL信号。

这个指令的语法是：

[H<n>]

其中<n>= 0…2

可用两个TTL输入，输入1(P11 pin 7)和输入2(P11 pin 8)。他们控制执行如下：

< n > = 0 等待 [R] 或 输入1或者2到低

< n > = 1 等待 [R] 或 输入1到低

< n > = 2 等待 [R] 或 输入2到低

注意：如果未指定<n>值，则默认<n>为0。

用[?13]和[?14]可以读取TTL输入线的状态，本章后面的“报告指令”中描述了这些指令。

T 终止指令

[T]指令终止正在进行移动中的活塞（[A]，[a]，[P]，[p]，[D]及[d]）控制回路和延迟[M]。

注：[T]指令将不会终止阀门移动指令。该指令将同时终止单个指令和程序字符串。如果程序字符串在完成之前被终止，[R](执行)指令将恢复程序字符串。如果指令由于问题或错误被终止，泵必须重新初始化。

谨慎！当活塞移动终止时，可能会导致增量的损失。终止后推荐重新初始化。

对于“H”指令和“T”指令：在含有“H”指令的字符串中，当执行指令遇到“H”指令时，会停止执行字符串，需要发送“R”指令执行“H”指令后面的指令。当执行完后续指令时，再发送“R”指令，会重新执行这条包含“H”指令的指令；对于一条正在执行的指令，发送“T”指令，会终止正在执行的动作，此时发送“R”指令会继续执行该字符串剩余的指令。

J<n> 辅助输出

[J]指令设置TTL输出线。

这个指令的语法是：

[J<n>]

其中<n>= 0...7 (0 是默认的)

SY-03B提供三个TTL输出P11 (pin13, 14和15)，对应于输出1, 2和3。它们被控制如下表所示：

指令	输出1 (引脚13)	输出2 (引脚14)	输出3 (引脚15)
J0	0	0	0
J1	1	0	0
J2	0	1	0
J3	1	1	0
J4	0	0	1
J5	1	0	1
J6	0	1	1
J7	1	1	1

0 = 低，例如 Gnd

1 = 高，例如 +5V DC

4.5.6 非易失性存储器（EEPROM）指令

在SY-03B非易失性存储器可以存储程序字符串，从而为用户提供了无需计算机操作的选项。该泵使用U<30>指令可以配置运行存储的程序。见本章前面的“泵的配置指令”。

s<n> 将程序字符串加载到非易失性存储器中

[s] 指令被放置在程序字符串的开头来加载字符串到非易失存储器中。这个指令的语法是：

[s<n>]

其中<n>=0…14

最多15个程序字符串（编号为0到14）可以加载到非易失性存储器。每个字符串最多可使用128个字符。

例如,[IA3000OA0R]需要10个字节。

例如程序字符串：[s8ZS1glA3000OA0GR]

控制段	描述
s8	将字符串加载到非易失性存储器的程序 8 中开关位置 8)
Z	初始化泵
S1	设置泵的速度
g	标记循环开始
l	将阀转向输入位置
A3000	移动活塞至位置 3000
O	将阀转向输出位置
A0	移动活塞至位置 0
G	不断重复循环
R	执行指令字符串

e<n> 执行非易失性存储器程序字符串

发送[e]来执行非易失性内存指令字符串。用[T]指令可以终止执行程序字符串。

[e<n>]

其中<n>=0…14(字符串号)

注意：如果泵在独立模式下使用，初始化指令应始终包含在非易失性内存指令字符串中。

U30 设置在非易失性存储器自动模式下运行

[U30]指令设置“在非易失性存储器自动模式下运行”标记在非易失性存储器中，在独立模式下开始对泵的操作。泵将运行地址开关选择的15个指令字符串<n>中的一个，由交换机地址选择。

其中<n>=0…E

U31 清除在非易失性存储器自动模式下运行

[U31]指令清除E²PROM中的“在非易失性存储器自动模式下运行”的标志，并开始以默认模式运行。在非易失性存储器中连接程序字符串

通过结束一个包含第二个程序字符串的[e]指令来链接非易失性内存程序字符串。

例如程序字符串：

[s1ZglA3000OA0G5e2R]

[s2glA3000OgHD300G10GR]

第一个字符串将初始化和素数序列加载到非易失性存储器的程序1中（地址开关位置1）。然后链接到非易失性存储器中的字符串2。

第二个字符串加载一个抽吸和分配序列非易失性存储器的程序2中。第二个非易失性存储器程序字符串填充进样器，然后执行10分配，每个分配300个增量。这个分配是由一个[R]命令引发。此字符串无休止地重复，直到泵断电。

插上电源后泵将自动初始化，启动并执行多个分配,直到它再次断电。

4.5.7 报告指令

报告指令不需要[R]指令。

? 报告活塞的绝对位置

[?] 指令报告活塞在半步[N0]或细分步[N1,N2]下的绝对位置。

?1 报告起始速度

[?1] 指令报告在脉冲/秒[1…1000]下的起始速度。

?2 报告最快速度

[?2] 指令报告在脉冲/秒[1…6000]下的最快速度。

?3 报告截止速度

[?3] 指令报告在脉冲/秒[1…5400]下的截止速度。

?4 报告活塞的实际位置

[?4] 指令报告在增量下活塞编码器的位置。

?6 报告阀门位置

[?6]指令以助记符形式报告阀位置 (i =输入, o =输出, e =额外, b =非分配阀的旁路)。

对于分配阀, [?6] 指令报告ASCII值1…X, 其中X是分配阀端口编号。

?10或F 报告指令缓冲状态

[?10]或[F] 报告指令缓冲状态。如果缓冲区是空的, 泵发回状态代码0。如果缓冲区不是空的, 泵发回状态代码1。如果一个没有包含[R]指令的程序字符串被发送给泵, 这个程序字符串将被加载到缓冲区, 缓冲区的状态变为1。发送一个[R]指令将执行在缓冲区中的程序字符串。

0 = 空的

1 = 缓冲区中的指令

?12 报告回吸步数的数量

[?12] 指令报告由“K”指令设置的回吸步数的数量。

?13 报告辅助输入的状态#1 (P11, Pin 7)

0 = 低

1 = 高

?14 报告辅助输入的状态#2 (P11, Pin 8)

0 = 低

1 = 高

?15 报告泵初始化的次数

[?15] 报告泵初始化的次数，这个值不能重置。

?16 报告泵运动的次数

[?16] 报告泵运动的次数，这个值不能重置。

?17 报告阀门运动的次数

[?17] 报告阀运动的次数，这个值不能重置。

?18或% 报告阀运动的次数（自上次报告起）

[?18]或[%] 指令报告自最后一个[?18]或[%]指令起阀运动的次数。

?23或& 报告当前软件版本

[?23]或[&] 指令可以查询到当前设备的软件版本。

?24 报告复位堵转步数的增量

[?24] 报告由“k”指令设置的值。这个值在半步(N=0)或微步(N=1,N=2)下进行报告。

?25 报告斜率代码的设置

[?25] 指令报告由“L”指令设置的斜率代码的设置。

?28 报告当前模式

[?28]指令报告由“N”指令设置的当前模式(正常模式、精细定位模式或细分步模式)。

?29或Q 报告设备状态

[?29] 指令报告设备状态（错误代码）。

?76 报告泵的配置

[?76] 报告在ASCII下泵的配置。

?200 校验conf文件

[?200] 查询conf文件的校验和，同一规格的产品的校验和须完全一致。

?201 查询log

[?201] log是用来记录当前设备状态的，只有再出现错误时才能查询到log，正常情况下log为0。

?202 查询序列号

[?202] 可以查询当前设备的序列号，每台设备的序列号都是唯一的。

?203 查询编码器

[?203] value=n/(2*200)*920 n:活塞距零点的值。